

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



## مرکز ارزیابی و صلاحیت حرفه‌ای صنعت آب و برق

### کتابچه‌ی دانش شغلی

عنوان شغل :

## نگهداری و تعمیرات تجهیزات الکتریکی (کارگر - کاردان - کارشناس)

دروس:

|   |       |   |
|---|-------|---|
| تجهیزات الکتریکی تصفیه خانه آب            | تخصصی | ۱ |
| اصول تصفیه‌ای آب و واحدهای تصفیه خانه آب  |       | ۲ |
| نقشه خوانی و گزارش نویسی در تصفیه خانه آب |       | ۳ |
| ایمنی                                     |       | ۴ |

تابستان ۱۴۰۳

## فهرست مطالب

- ۱- تجهیزات الکتریکیال تصفیه خانه آب..... ۵
- ۱-۱- آشنایی کلی با تجهیزات الکتریکیال در تصفیه خانه های آب و نقش آن ها در کارکرد واحدهای فرآیندی ..... ۵
- ۱-۲- آشنایی با ترانسفورماتورها و دیزل ژنراتورها در تصفیه خانه های آب و کاربرد آن و مبانی محاسباتی آن ..... ۵
- ۱-۳- پست پاساژ و نقش آن در تصفیه خانه های آب و مبانی محاسباتی آن ..... ۶
- ۱-۴- آشنایی با دژنگتورها، **Change Over** و چاههای ارت و صاعقهگیر در تصفیهخانههای آب، کارکرد آنها و مبانی محاسباتی آن ..... ۷
- ۱-۵- آشنایی با انواع تابلو برق (فشار قوی، فشار ضعیف، فشار متوسط، تابلوهای لوکال، میمیک و...) و نقش آن در کارکرد تجهیزات و استانداردهای مرتبط ..... ۸
- ۱-۶- آشنایی با انواع الکتروموتورها و مبانی محاسباتی آن و کارکرد آن در تصفیه خانه های آب ..... ۹
- ۱-۷- آشنایی با عملگرهای برقی، سلونوییدها، اینورتر، استابلایزرها، بانک خازنی، باکس داکت و ... در تصفیه خانه های آب و مبانی محاسباتی آن ..... ۹
- ۱-۸- سیستم روشنایی در تصفیه خانه های آب و استانداردهای مرتبط ..... ۱۱
- ۱-۹- شناخت انواع سیم و کابل و کاربرد آن و استانداردهای مرتبط با آن ..... ۱۱
- ۱-۱۰- شناخت اصول EM, CBM, PM و استانداردهای بهره برداری در تصفیه خانه های آب ..... ۱۲
- ۱-۱۱- آشنایی با دستورالعملهای بهره برداری از تابلوهای برق، دیزل ژنراتور، ترانسفورماتور و غیره ..... ۱۳
- ۱-۱۲- آشنایی با بهره برداری از عملگرهای برقی، سلونوییدها، الکتروموتورها، اینورترها، استابلایزرها، بانک خازنی و غیره ..... ۱۴
- ۱-۱۳- ارائه دستورالعملهای PM برای تجهیزات الکتریکیال تصفیهخانه ..... ۱۶
- ۲- اصول تصفیه ای آب و واحدهای تصفیه خانه آب ..... ۱۷
- ۲-۱- آشنایی با تصفیه آب ..... ۱۷
- ۲-۲- واحد آشغالگیری در تصفیه خانه های آب، انواع آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن ..... ۱۷
- ۲-۳- واحد میکرواسترینر در تصفیه خانه های آب، انواع آن، کاربرد آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن ..... ۱۸
- ۲-۴- واحد انعقاد و لخته سازی در تصفیهخانه های آب، محاسبات مرتبط با آن، مبانی محاسباتی، آشنایی با انواع مواد منعقد کننده و تجهیزات تزریق مواد شیمیایی ..... ۱۸
- ۲-۵- واحد زلالسازی (ته نشینی ساده، پولساتور، اکسیلاتور) کاربرد آنها در تصفیه خانه های آب و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن ها ..... ۱۹
- ۲-۶- واحد فیلتراسیون در تصفیهخانه های آب، انواع آن، مبانی محاسباتی و سایر موارد مرتبط ..... ۲۰
- ۲-۷- واحد گندزدایی در تصفیه خانه های آب (کلر زنی، ازن زنی، پرمنگنات پتاسیم و سایر مواد گندزدا)، مبانی محاسباتی آن و استانداردهای مرتبط با آن ..... ۲۰
- ۳- اصول کار با تجهیزات برقی در شبکه فاضلاب ..... ۲۲

- ۳-۱- نقشه برداری، نقشه کشی و آشنایی با انواع نقشهها در تصفیه خانه های آب مانند نقشه های PFD ، P & ID و... و نقشه خوانی. ۲۲
- ۳-۲- گزارش نویسی در تصفیهخانه های آب ..... ۲۲
- ۳-۳- آشنایی با نقشه‌های پایه الکتریکال، مکانیکال ..... ۲۳
- ۳-۴- گزارش نویسی در تصفیهخانه‌های آب (گزارشات روزانه، هفتگی، کارکرد، مدیریتی و...)..... ۲۴
- ۴- ایمنی ..... ۲۵
- ۴-۱- ایمنی و حفاظت فردی..... ۲۵
- ۴-۲- بخش دو ..... ۲۵
- ۴-۳- بخش سه ..... ۲۵
- ۴-۴- بخش چهار ..... ۲۶
- ۴-۵- بخش پنج..... ۲۷
- ۴-۶- بخش شش ..... ۲۷
- ۴-۷- بخش هفت ..... ۲۷
- ۴-۸- آشنایی با عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار (سر و صدا، گرما، سرما، روشنایی)..... ۲۸
- ۴-۹- عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار (گرد و غبار، گازها و بخارات)..... ۲۹

## ۱- تجهیزات الکتریکال تصفیه خانه آب

### ۱-۱- آشنایی کلی با تجهیزات الکتریکال در تصفیه خانه های آب و نقش آن ها در کارکرد واحدهای فرآیندی

تجهیزات الکتریکال در تصفیه خانه های آب نقش حیاتی در کارکرد واحدهای فرآیندی دارند. این تجهیزات به عنوان قلب سیستم های تصفیه، کنترل و مدیریت فرآیندهای مختلف را ممکن می سازند. تجهیزات الکتریکال شامل موتورها، پمپ ها، تابلوهای برق، سیستم های کنترل و ابزار دقیق می باشند.

**موتورها و پمپ ها:** برای جابجایی و پمپاژ آب و فاضلاب در مراحل مختلف تصفیه، استفاده می شوند. این تجهیزات نیازمند کنترل دقیق برای حفظ دبی و فشار مطلوب هستند.

**تابلوهای برق:** شامل تابلوهای توزیع، تابلوهای کنترل موتور (MCC) و تابلوهای PLC هستند. این تابلوها مسئول توزیع برق به تجهیزات مختلف و کنترل عملکرد آنها می باشند.

**سیستم های کنترل و اتوماسیون:** سیستم های کنترل شامل PLC ها، سیستم های SCADA و HMI می شوند. این سیستم ها به نظارت و کنترل فرآیندها، تنظیم پارامترها و ایجاد گزارش های عملکردی کمک می کنند.

**ابزار دقیق:** شامل سنسورها و ترانسمیترها برای اندازه گیری پارامترهای مهم مانند جریان، فشار، سطح، و کیفیت آب (DO، TDS، pH) می شوند. داده های جمع آوری شده توسط این ابزار به سیستم های کنترل ارسال می شود.

نقش این تجهیزات در کارکرد واحدهای فرآیندی شامل کنترل دقیق فرآیندهای شیمیایی و بیولوژیکی، مدیریت بهینه انرژی، اطمینان از کیفیت مطلوب آب تصفیه شده و افزایش کارایی سیستم تصفیه است. هر گونه خرابی یا عدم عملکرد صحیح این تجهیزات می تواند منجر به نقص در فرآیند تصفیه و کاهش کیفیت آب خروجی شود. بنابراین، نگهداری و پایش مداوم تجهیزات الکتریکال برای تضمین عملکرد بهینه تصفیه خانه ها ضروری است.

### ۱-۲- آشنایی با ترانسفورماتورها و دیزل ژنراتورها در تصفیه خانه های آب و کاربرد آن و مبانی محاسباتی آن

#### ترانسفورماتورها

**ترانسفورماتورهای قدرت:** این ترانسفورماتورها برای انتقال انرژی الکتریکی با ولتاژ بالا و جریان پایین بین بخش های مختلف تصفیه خانه استفاده می شود. وظیفه اصلی آن ها کاهش یا افزایش ولتاژ برای توزیع بهینه انرژی است.

**ترانسفورماتورهای توزیع:** این نوع ترانسفورماتورها برای توزیع انرژی الکتریکی در سطوح ولتاژ پایین تر و نزدیک به مصرف کننده ها، مانند پمپ ها و تجهیزات کنترل استفاده می شوند.

**ترانسفورماتورهای ایزوله:** این ترانسفورماتورها برای جداسازی مدارهای الکتریکی و جلوگیری از انتقال نویز و اختلالات الکتریکی بین بخش های مختلف تصفیه خانه به کار می روند.

#### دیزل ژنراتورها

دیزل ژنراتورهای اضطراری برای تأمین برق در مواقع قطع برق اصلی استفاده می شوند. این ژنراتورها تضمین می کنند که تصفیه خانه حتی در شرایط اضطراری نیز به فعالیت خود ادامه دهد.

#### کاربردها و مبانی محاسباتی

**پایداری و اطمینان:** انتخاب و استفاده مناسب از ترانسفورماتورها و دیزل ژنراتورها، پایداری و اطمینان در تأمین برق تصفیه‌خانه را تضمین می‌کند.

**محاسبات بار:** محاسبه بار الکتریکی کل و تقسیم آن بین ترانسفورماتورها و دیزل ژنراتورها برای بهینه‌سازی توزیع انرژی و جلوگیری از اضافه بار ضروری است.

**بهره‌وری انرژی:** استفاده از تجهیزات با بهره‌وری بالا و بهینه‌سازی سیستم‌های کنترلی برای کاهش مصرف انرژی و هزینه‌ها اهمیت دارد.

**نگهداری و تعمیرات:** برنامه‌ریزی منظم برای نگهداری و تعمیرات ترانسفورماتورها و دیزل ژنراتورها به منظور کاهش خرابی‌ها و افزایش عمر مفید آن‌ها ضروری است.

در نهایت، یکپارچه‌سازی و هماهنگی بین این تجهیزات و سیستم‌های کنترلی در تصفیه‌خانه‌های آب به عملکرد بهینه و پایدار آن‌ها کمک می‌کند.

### ۱-۳- پست پاساژ و نقش آن در تصفیه‌خانه‌های آن و مبانی محاسباتی آن

پست پاساژ برق یکی از اجزای حیاتی در تصفیه‌خانه‌های آب است که نقش مهمی در تأمین و توزیع برق به دستگاه‌ها و تجهیزات تصفیه آب ایفا می‌کند. این پست‌ها وظیفه تبدیل و توزیع ولتاژ برق را دارند تا دستگاه‌های مختلف بتوانند به‌طور ایمن و کارآمد عمل کنند.

#### نقش پست پاساژ برق در تصفیه‌خانه‌های آب

**تأمین برق پایدار:** یکی از وظایف اصلی پست پاساژ برق، تأمین برق پایدار و بدون وقفه با ولتاژ و آمپر مد نظر برای تجهیزات تصفیه آب است. این تجهیزات شامل پمپ‌ها، موتورها، کمپرسورها و سیستم‌های کنترل و اتوماسیون و... هستند.

**تبدیل ولتاژ:** پست پاساژ برق ولتاژ بالای ورودی را به ولتاژ مناسب برای مصرف دستگاه‌های تصفیه‌خانه تبدیل می‌کند. این تبدیل ولتاژ از طریق ترانسفورماتورها انجام می‌شود.

**توزیع برق:** پس از تبدیل ولتاژ، برق به صورت متوازن و مناسب به تمام قسمت‌های تصفیه‌خانه توزیع می‌شود. این توزیع از طریق تابلوهای توزیع و سیستم‌های کابل‌کشی انجام می‌شود.

**حفاظت و ایمنی:** پست‌های پاساژ برق مجهز به سیستم‌های حفاظتی مختلفی هستند که از تجهیزات در برابر افزایش ولتاژ، نوسانات جریان و سایر مخاطرات حفاظت می‌کنند. این سیستم‌ها شامل رله‌های حفاظتی، فیوزها و قطع‌کننده‌های مدار هستند.

#### مبانی محاسباتی

**ظرفیت ترانسفورماتورها:** برای انتخاب ترانسفورماتور مناسب، نیاز به محاسبه بار الکتریکی کلی تصفیه‌خانه و ظرفیت لازم برای تأمین آن داریم. این محاسبات با در نظر گرفتن توان نامی تجهیزات و ضریب بار آنها انجام می‌شود.

**طراحی سیستم توزیع:** محاسبات طراحی سیستم توزیع شامل تعیین مقاطع کابل‌ها، تابلوهای توزیع، و مکان‌یابی تجهیزات توزیع است. این محاسبات باید به‌گونه‌ای باشد که افت ولتاژ در طول کابل‌ها در حد مجاز باشد.

**سیستم‌های حفاظتی:** برای طراحی سیستم‌های حفاظتی، نیاز به محاسبه جریان‌های خطا و انتخاب تجهیزات حفاظتی مناسب داریم. این تجهیزات باید بتوانند در صورت بروز خطا، جریان‌های بالا را در زمان کوتاهی قطع کنند تا از آسیب به تجهیزات جلوگیری شود. به طور خلاصه، پست پاساژ برق نقش حیاتی در عملکرد ایمن و کارآمد تصفیه‌خانه‌های آب دارد و طراحی و محاسبات دقیق برای اطمینان از پایداری و کارایی این سیستم‌ها ضروری است.

## ۱-۴- آشنایی با دژنگتورها، Change Over و چاه‌های ارت و صاعقه‌گیر در تصفیه‌خانه‌های آب، کارکرد آن‌ها و مبانی محاسباتی آن

### دژنگتورها:

دژنگتورها یا دیزنکتورها (Disconnect) تجهیزاتی هستند که به منظور قطع و وصل کردن بخش‌های مختلف مدارهای الکتریکی در حالت بدون بار به کار می‌روند. این تجهیزات برای جداسازی قطعات مختلف سیستم‌های برقی و انجام تعمیرات و نگهداری بسیار اهمیت دارند. در تصفیه‌خانه‌های آب، دژنگتورها به طور معمول برای ایمنی کارکنان و حفاظت از تجهیزات به کار می‌روند.

### Change Over:

سیستم‌های Change Over به منظور انتقال بار از یک منبع برق به منبع دیگری به کار می‌روند. در تصفیه‌خانه‌های آب، از این سیستم‌ها برای اطمینان از پایداری تامین برق استفاده می‌شود. برای مثال، در صورت قطع برق اصلی، سیستم Change Over بار را به یک منبع برق پشتیبان (مانند ژنراتور) منتقل می‌کند. این فرایند به صورت خودکار یا دستی انجام می‌شود و از وقفه در عملکرد تصفیه‌خانه جلوگیری می‌کند.

### چاه‌های ارت و صاعقه‌گیر:

چاه‌های ارت و صاعقه‌گیر به منظور ایمنی الکتریکی در تصفیه‌خانه‌های آب استفاده می‌شوند. چاه ارت با انتقال جریان برق به زمین موجب حفاظت از افراد و تجهیزات در برابر شوک‌های الکتریکی می‌گردد. چاه‌های ارت شامل الکترودهای فلزی هستند که در خاک دفن می‌شوند و مقاومت الکتریکی کم دارند. صاعقه‌گیرها برای حفاظت از تصفیه‌خانه در برابر صاعقه‌ها و ولتاژهای ناگهانی به کار می‌روند. این سیستم‌ها شامل میله‌های فلزی هستند که به بالای مرتفع‌ترین ساختمان تصفیه‌خانه نصب می‌شود و جریان صاعقه را به چاه‌های ارت هدایت می‌کنند. به این ترتیب، انرژی صاعقه به زمین منتقل شده و از آسیب به تجهیزات جلوگیری می‌شود.

### مبانی محاسباتی:

**دژنگتورها:** محاسبات مربوط به دژنگتورها شامل بررسی ظرفیت جریان نامی و تحمل ولتاژ دستگاه‌ها می‌شود.

**Change Over:** برای طراحی سیستم Change Over، نیاز به بررسی بار مصرفی، ظرفیت ژنراتور پشتیبان، و زمان سوئیچینگ می‌باشد.

**چاه‌های ارت و صاعقه‌گیر:** محاسبات مربوط به چاه‌های ارت شامل اندازه‌گیری مقاومت زمین و اطمینان از کمتر بودن آن از مقدار مشخصی (معمولاً زیر ۵ اهم) است. برای صاعقه‌گیرها، ارتفاع میله‌ها و فاصله آن‌ها از یکدیگر باید بر اساس استانداردهای بین‌المللی تعیین شود.

این تجهیزات و سیستم‌ها با همدیگر تضمین می‌کنند که تصفیه‌خانه‌های آب به صورت پایدار و ایمن عمل کنند و از آسیب به تجهیزات و خطرات احتمالی برای کارکنان جلوگیری می‌شود.

## ۱-۵- آشنایی با انواع تابلو برق (فشار قوی، فشار ضعیف، فشار متوسط، تابلوهای لوکال، میمیک و...) و نقش آن در کارکرد تجهیزات و استانداردهای مرتبط

تابلوهای برق نقش حیاتی در کارکرد و مدیریت تجهیزات الکتریکی در تصفیه‌خانه‌های آب دارند. این تابلوها به سه دسته اصلی فشار قوی، فشار متوسط و فشار ضعیف تقسیم می‌شوند که هر کدام کاربرد و استانداردهای خاص خود را دارند.

**تابلوهای برق فشار قوی:** این تابلوها برای مدیریت و کنترل توزیع برق با ولتاژ بالا (بیش از ۳۶ کیلوولت) استفاده می‌شوند. این تابلوها شامل تجهیزات حفاظتی، کلیدهای قطع و وصل و تجهیزات اندازه‌گیری هستند. استانداردهای مرتبط با این تابلوها شامل IEC ۶۲۲۷۱ و IEEE C۳۷,۰۶ می‌باشند که امنیت و کارایی این تجهیزات را تضمین می‌کنند.

**تابلوهای برق فشار متوسط:** این تابلوها در محدوده ولتاژی ۱ کیلوولت تا ۳۶ کیلوولت عمل می‌کنند و برای توزیع برق در بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه‌ها کاربرد دارند. تجهیزات اصلی در این تابلوها شامل کلیدهای فشار متوسط، سکیونرها و رله‌های حفاظتی هستند. استانداردهای مرتبط با این تابلوها شامل IEC ۲۰۰-۶۲۲۷۱ و IEEE C۳۷,۲۰,۲ می‌باشند.

**تابلوهای برق فشار ضعیف:** این تابلوها برای توزیع برق با ولتاژ کمتر از ۱ کیلوولت استفاده می‌شوند و معمولاً در بخش‌های مختلف تصفیه‌خانه جهت تغذیه تجهیزات کوچکتر و کنترل سیستم‌های مختلف به کار می‌روند. تجهیزات اصلی این تابلوها شامل فیوزها، کلیدهای حرارتی و کنتاکتورها می‌باشند. استانداردهای مرتبط شامل IEC ۶۱۴۳۹ و IEEE C۳۷,۲۰,۱ هستند.

**تابلوهای لوکال (Local Panels):** این تابلوها برای کنترل محلی تجهیزات خاص استفاده می‌شوند و معمولاً در نزدیکی تجهیزات نصب می‌شوند. آنها شامل کنترلرهای محلی، دکمه‌های استارت/استاپ و نمایشگرهای وضعیت هستند. استانداردهای مرتبط شامل IEC ۶۰۲۰۴-۱ می‌باشد.

**تابلوهای میمیک (Mimic Panels):** این تابلوها برای نمایش وضعیت شبکه برق و تجهیزات به صورت گرافیکی استفاده می‌شوند و به اپراتورها کمک می‌کنند تا وضعیت سیستم را به راحتی مانیتور و کنترل کنند. این تابلوها اغلب در اتاق‌های کنترل مرکزی نصب می‌شوند و شامل چراغ‌های نشانگر، نمایشگرهای دیجیتال و نمودارهای شبکه هستند.

**نقش تابلوهای برق در کارکرد تجهیزات تصفیه‌خانه‌ها:** این تابلوها نه تنها برق را به تجهیزات مختلف می‌رسانند بلکه با استفاده از رله‌های حفاظتی و کلیدهای اتوماتیک، تجهیزات را در مقابل خطرات احتمالی مانند اضافه بار، اتصال کوتاه و نوسانات ولتاژ محافظت می‌کنند. همچنین، با استفاده از سیستم‌های مانیتورینگ و کنترل از راه دور، امکان مدیریت و کنترل بهینه تصفیه‌خانه فراهم می‌شود.

**استانداردهای مرتبط:** استفاده از استانداردهای بین‌المللی مانند IEC و IEEE در طراحی و ساخت تابلوهای برق، تضمین‌کننده ایمنی، کارایی و دوام این تجهیزات است. رعایت این استانداردها موجب افزایش اعتمادپذیری سیستم و کاهش هزینه‌های نگهداری و تعمیرات می‌شود.

در نهایت، تابلوهای برق به عنوان قلب سیستم توزیع برق تصفیه‌خانه‌های آب، نقش کلیدی در بهبود عملکرد و کارایی این تأسیسات دارند.



## ۱-۶- آشنایی با انواع الکتروموتورها و مبانی محاسباتی آن و کارکرد آن در تصفیه خانه های آب

انواع الکتروموتورها

الکتروموتورهای جریان متناوب: (AC)

موتورهای غیرالقایی (Synchronous): دارای سرعت ثابت و مناسب برای کاربردهایی که نیاز به دقت بالایی دارند.  
موتورهای القایی (Asynchronous): شامل موتورهای قفس سنجابی و موتورهای روتور سیم پیچ شده که عمدتاً برای کاربردهای عمومی استفاده می شوند.

الکتروموتورهای جریان مستقیم: (DC) شامل الکتروموتورهای سری، شنت و ترکیبی

سری: دارای گشتاور بالا در شروع کار، مناسب برای جرثقیل ها و آسانسورها.

شنت: سرعت ثابت تحت بارهای مختلف، مناسب برای کاربردهایی که نیاز به سرعت ثابت دارند.

ترکیبی: ترکیبی از ویژگی های موتورهای سری و شانت.

### کارکرد در تصفیه خانه های آب

الکتروموتورها نقش حیاتی در تصفیه خانه های آب ایفا می کنند و برای به حرکت درآوردن تجهیزات مکانیکی مختلف استفاده می شوند. برخی از کاربردهای اصلی عبارتند از:

پمپ ها: الکتروموتورها برای پمپاژ آب از منابع به تصفیه خانه و از تصفیه خانه به سیستم توزیع استفاده می شوند.

پمپ های گریز از مرکز: معمول ترین نوع پمپ ها که برای کاربردهای با جریان زیاد و فشار متوسط مناسب اند.

پمپ های جابجایی مثبت: برای کاربردهایی که نیاز به فشار بالا دارند استفاده می شوند.

همزن ها و میکسر ها: برای مخلوط کردن مواد شیمیایی با آب و کمک به فرآیندهای ته نشینی و جداسازی ذرات معلق استفاده می شوند.

کمپرسورها: برای هوادهی به آب و تسهیل فرآیندهای اکسیداسیون و حذف مواد آلی استفاده می شوند.

الکتروموتورهای AC به دلیل قابلیت اطمینان بالا و هزینه کمتر تعمیر و نگهداری، معمولاً در تصفیه خانه های آب ترجیح داده می شوند. انتخاب مناسب نوع الکتروموتور و محاسبات صحیح مربوط به آن، نقش مهمی در بهینه سازی مصرف انرژی و کارایی کلی سیستم تصفیه آب دارد.

## ۱-۷- آشنایی با عملگرهای برقی، سلونویدها، اینورتور، استابلایزرها، بانک خازنی، باکس داکت و... در تصفیه

خانه های آب و مبانی محاسباتی آن

عملگرهای برقی (Electric Actuators)

عملگرهای برقی در تصفیه‌خانه‌های آب برای کنترل دریچه‌ها، شیرها و دمپرها استفاده می‌شوند. این عملگرها با دریافت سیگنال‌های الکتریکی، موقعیت مکانی مکانیکی اجزای متحرک را تغییر می‌دهند. نوع سیگنال کنترل می‌تواند آنالوگ یا دیجیتال باشد و بسته به نیاز سیستم، از عملگرهای چرخشی یا خطی استفاده می‌شود.

#### سلونوئیدها (Solenoids)

سلونوئیدها دستگاه‌های الکترومکانیکی هستند که برای کنترل جریان سیالات در لوله‌ها به کار می‌روند. با اعمال جریان الکتریکی به سیم‌پیچ سلونوئید، یک میدان مغناطیسی ایجاد می‌شود که منجر به حرکت یک هسته فلزی و در نتیجه باز یا بسته شدن مسیر جریان سیال می‌گردد.

#### اینورترها (Inverters)

اینورترها دستگاه‌هایی هستند که جریان مستقیم (DC) را به جریان متناوب (AC) تبدیل می‌کنند. در تصفیه‌خانه‌های آب، اینورترها برای کنترل سرعت پمپ‌ها و موتورهای الکتریکی استفاده می‌شوند. کنترل سرعت موتور باعث بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه‌های عملیاتی می‌شود.

#### استابلایزرها (Stabilizers)

استابلایزرها برای تثبیت ولتاژ ورودی به تجهیزات الکتریکی استفاده می‌شوند. این دستگاه‌ها نوسانات ولتاژ را کاهش می‌دهند و از آسیب به تجهیزات حساس جلوگیری می‌کنند. استفاده از استابلایزرها در تصفیه‌خانه‌های آب به افزایش عمر مفید تجهیزات و کاهش هزینه‌های نگهداری کمک می‌کند.

#### بانک خازنی (Capacitor Bank)

بانک‌های خازنی برای بهبود ضریب توان (Power Factor) در سیستم‌های الکتریکی استفاده می‌شوند. این دستگاه‌ها با جبران توان راکتیو، باعث کاهش تلفات انرژی و افزایش کارایی سیستم می‌شوند. در تصفیه‌خانه‌های آب، استفاده از بانک‌های خازنی به بهینه‌سازی مصرف انرژی و کاهش هزینه‌ها کمک می‌کند.

#### باسداکت (Bus Duct)

باسداکت‌ها سیستم‌هایی برای انتقال انرژی الکتریکی از منبع به مصرف‌کننده هستند. این سیستم‌ها معمولاً شامل یک یا چند مسیر مسی یا آلومینیومی هستند که در یک محفظه محافظ قرار گرفته‌اند. باسداکت‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب برای انتقال انرژی با کارایی بالا و ایمنی بیشتر استفاده می‌شوند.

#### مبانی محاسباتی

محاسبات در انتخاب و استفاده از این تجهیزات شامل تحلیل بار الکتریکی، تعیین نیازهای توان و انرژی، ارزیابی ضریب توان و تلفات انرژی، و محاسبات مرتبط با استحکام و ایمنی سیستم‌های الکتریکی است. مهندسان برق با استفاده از نرم‌افزارهای تخصصی و استانداردهای صنعتی، این محاسبات را انجام می‌دهند تا از عملکرد بهینه و ایمن سیستم‌های الکتریکی در تصفیه‌خانه‌های آب اطمینان حاصل کنند.

#### ۸-۱- سیستم روشنایی در تصفیه خانه های آب و استانداردهای مرتبط

سیستم روشنایی در تصفیه خانه های آب نقش بسیار مهمی در تسهیل در بهره برداری و همچنین ایمنی دارد. این سیستم باید به گونه ای طراحی شود که کارایی بالا، دوام، و ایمنی کارکنان را تضمین کند. در اینجا به برخی از جوانب کلیدی این سیستم و استانداردهای مرتبط اشاره می شود:

**نوع روشنایی:** در تصفیه خانه های آب، انواع مختلفی از نورها مانند نور عمومی، نور اضطراری، و نور خاص برای نواحی خاص مانند اتاق های کنترل و بخش های فنی نیاز است. نور عمومی باید فضای کار را به خوبی روشن کند، در حالی که نور اضطراری باید در مواقع قطع برق فعال شود تا ایمنی و دسترسی را تضمین کند.

**انتخاب منابع نوری:** استفاده از لامپ های LED به دلیل طول عمر بالا، مصرف انرژی کمتر، و روشنایی یکنواخت به طور گسترده ای توصیه می شود. این لامپ ها همچنین کم تر حرارت تولید می کنند که برای محیط های حساس به دما مناسب است.

**استانداردهای روشنایی:** استانداردهای بین المللی مانند استاندارد IEC 60598 (برای تجهیزات روشنایی) و استاندارد ANSI/IESNA RP-7 (برای روشنایی صنعتی) برای تعیین میزان روشنایی و نحوه نصب و نگهداری سیستم های روشنایی استفاده می شود. این استانداردها به اطمینان از تطابق سیستم روشنایی با نیازهای ایمنی و کارایی کمک می کنند.

**کنترل و مدیریت روشنایی:** سیستم های کنترل هوشمند روشنایی می توانند به بهینه سازی مصرف انرژی و افزایش بهره وری کمک کنند. این سیستم ها به طور خود کار روشنایی را بر اساس نیاز و وضعیت محیط تنظیم می کنند.

**پایداری و مقاومت:** سیستم روشنایی باید در برابر شرایط محیطی سخت مانند رطوبت، گرد و غبار و تغییرات دما مقاوم باشد. به عنوان مثال، استفاده از محفظه های مقاوم در برابر آب و گرد و غبار برای نواحی مرطوب و یا صنعتی ضروری است.

**تست و نگهداری:** برای اطمینان از عملکرد مطلوب سیستم روشنایی، تست های منظم و نگهداری دوره ای مورد نیاز است. این فرآیندها به شناسایی و رفع مشکلات قبل از تبدیل شدن به مشکلات جدی کمک می کنند. در نهایت، طراحی و اجرای سیستم روشنایی در تصفیه خانه های آب باید با در نظر گرفتن نیازهای خاص هر بخش و پیروی از استانداردهای بین المللی انجام شود تا ایمنی، کارایی و بهره وری بهینه حاصل شود.

#### ۹-۱- شناخت انواع سیم و کابل و کاربرد آن و استانداردهای مرتبط با آن

شناخت انواع سیم و کابل و کاربرد آن و استانداردهای مرتبط در تصفیه خانه های آب

##### انواع سیم و کابل

سیم های مسی: این نوع سیم ها به دلیل هدایت الکتریکی بالا و مقاومت کم، در انتقال برق بسیار موثر هستند. سیم های آلومینیومی: با اینکه هدایت الکتریکی کمتری نسبت به سیم های مسی دارند، اما به دلیل سبکی و هزینه کمتر در برخی کاربردها مورد استفاده قرار می گیرند.

کابل‌های چند رشته‌ای: این کابل‌ها از چندین سیم تشکیل شده‌اند و برای انتقال قدرت و سیگنال‌های کنترل استفاده می‌شوند.

کابل‌های محافظت شده (شیلد دار): این نوع کابل‌ها دارای محافظ برای کاهش نویز و اختلالات الکتریکی هستند و در انتقال داده‌ها کاربرد دارند.

کابل‌های مقاوم در برابر حرارت: این کابل‌ها برای محیط‌هایی با دمای بالا طراحی شده‌اند و مقاومت خوبی در برابر حرارت دارند.

### کاربردها در تصفیه‌خانه‌های آب

کابل‌های قدرت: برای انتقال برق به پمپ‌ها و موتورها.  
کابل‌های کنترل: برای ارتباط بین تجهیزات کنترلی و ابزار دقیق.  
کابل‌های ارتباطی (دیتا): برای انتقال اطلاعات بین سیستم‌های نظارتی و کنترلی.  
کابل‌های ابزار دقیق: برای اتصال سنسورها و ابزارهای اندازه‌گیری.  
کابل‌های مقاوم در برابر آب و رطوبت: برای استفاده در محیط‌های مرطوب و نزدیک به آب.

### استانداردهای مرتبط

استانداردهای ملی و بین‌المللی: این استانداردها مشخصات فنی، ایمنی و کارایی کابل‌ها و سیم‌ها را تعیین می‌کنند.  
استانداردهای حفاظت محیطی: این استانداردها مربوط به مقاومت کابل‌ها در برابر گرد و غبار و آب هستند.  
استانداردهای حرارتی: برای تعیین مقاومت کابل‌ها در برابر دماهای بالا و آتش‌سوزی.  
استانداردهای کششی و انعطاف‌پذیری: این استانداردها مقاومت مکانیکی و انعطاف‌پذیری کابل‌ها را بررسی می‌کنند.  
استانداردهای الکتریکی: مربوط به هدایت الکتریکی، مقاومت اهمی و ایمنی الکتریکی کابل‌ها.

استفاده از انواع مختلف سیم و کابل با توجه به ویژگی‌ها و استانداردهای مرتبط، در تصفیه‌خانه‌های آب بسیار حائز اهمیت است. انتخاب صحیح کابل‌ها باعث افزایش کارایی، ایمنی و طول عمر تجهیزات و مصرف بهینه برق می‌شود.

### ۱۰-۱- شناخت اصول EM، CBM، PM و استانداردهای بهره‌برداری در تصفیه‌خانه‌های آب

در تصفیه‌خانه‌های آب، اصول نگهداری و بهره‌برداری به سه دسته اصلی تقسیم می‌شوند: **نگهداری مبتنی بر**

**خرابی (EM)، نگهداری مبتنی بر شرایط (CBM) و نگهداری پیشگیرانه (PM)**

**نگهداری مبتنی بر خرابی (EM):**

در این روش، تجهیزات و سیستم‌ها تا زمانی که خراب نشده‌اند، مورد تعمیر و نگهداری قرار نمی‌گیرند. این روش معمولاً در مواقعی استفاده می‌شود که تجهیزات غیر بحرانی هستند و خرابی آن‌ها تأثیر جدی بر عملکرد کلی سیستم ندارد. با این حال، این روش می‌تواند هزینه‌های بالایی در زمان تعمیرات اضطراری و از کارافتادگی ناگهانی ایجاد کند.

**نگهداری مبتنی بر شرایط (CBM):**

در این رویکرد، وضعیت تجهیزات به صورت مستمر یا دوره‌ای بررسی می‌شود تا علائم اولیه خرابی شناسایی شود. از تکنولوژی‌هایی مانند سنسورها، آنالیز لرزش، ترموگرافی و سایر روش‌های تشخیصی استفاده می‌شود تا شرایط واقعی تجهیزات مانیتور شود. این روش به کاهش خرابی‌های ناگهانی و افزایش عمر مفید تجهیزات کمک می‌کند.

### **نگهداری پیشگیرانه (PM):**

این روش شامل برنامه‌ریزی و انجام تعمیرات دوره‌ای بر اساس زمان یا استفاده است، بدون توجه به وضعیت واقعی تجهیزات. این روش می‌تواند از خرابی‌های ناگهانی جلوگیری کند و عمر مفید تجهیزات را افزایش دهد، اما ممکن است منجر به انجام تعمیرات غیرضروری شود.

### **استانداردهای بهره‌برداری در تصفیه‌خانه‌های آب:**

برای بهره‌برداری بهینه از تصفیه‌خانه‌های آب، استانداردهای مختلفی وجود دارد که باید رعایت شوند. این استانداردها شامل:

**استانداردهای کیفی آب:** مانند استانداردهای سازمان بهداشت جهانی (WHO) که پارامترهای کیفی آب آشامیدنی را مشخص می‌کند.

**استانداردهای بهره‌برداری و نگهداری:** مانند استانداردهای بین‌المللی ISO ۹۰۰۱ برای سیستم‌های مدیریت کیفیت و ISO ۱۴۰۰۱ برای سیستم‌های مدیریت محیط زیست.

**استانداردهای ایمنی و بهداشت شغلی:** مانند OHSAS ۱۸۰۰۱ که به مدیریت ایمنی و بهداشت شغلی در محیط‌های کاری می‌پردازد.

**استانداردهای تجهیزات:** مانند استانداردهای تولید و تست تجهیزات مکانیکی و الکتریکی که تضمین کننده عملکرد صحیح و ایمن آنها است.

با پیاده‌سازی این اصول و استانداردها، می‌توان بهره‌وری، ایمنی و پایداری تصفیه‌خانه‌های آب را بهبود بخشید و از خرابی‌های ناگهانی و هزینه‌های اضافی جلوگیری کرد.

### **۱-۱- آشنایی با دستورالعمل‌های بهره‌برداری از تابلوهای برق، دیزل ژنراتور، ترانسفورماتور و غیره**

تصفیه‌خانه‌های آب به تجهیزات برقی پیچیده‌ای مانند تابلوهای برق، دیزل ژنراتورها، و ترانسفورماتورها وابسته هستند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری از این تجهیزات برای اطمینان از عملکرد ایمن و بهینه تصفیه‌خانه‌ها ضروری است.

**تابلوهای برق:** تابلوهای برق، کنترل و توزیع برق را بر عهده دارند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل بررسی دوره‌ای وضعیت اتصالات، تمیزی و عاری از گرد و غبار بودن، و اطمینان از عملکرد صحیح کلیدها و مدارها است. همچنین باید اقدامات ایمنی مانند استفاده از تجهیزات حفاظت شخصی (PPE) و قطع برق در هنگام تعمیرات رعایت شود.

**دیزل ژنراتورها:** دیزل ژنراتورها در مواقع قطع برق اصلی، تامین برق اضطراری تصفیه‌خانه‌ها را بر عهده دارند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل بررسی سطح سوخت، مواد خنک‌کننده، تست دوره‌ای ژنراتور و اطمینان از آماده به کار بودن آن است. همچنین باید از تعمیر و نگهداری دوره‌ای مانند تعویض فیلترها و روانکاری قسمت‌های متحرک اطمینان حاصل شود.

**ترانسفورماتورها:** ترانسفورماتورها برای تبدیل ولتاژ برق مورد استفاده قرار می‌گیرند. دستورالعمل‌های بهره‌برداری شامل بررسی دوره‌ای دما و سطح روغن ترانسفورماتور، تست عایق‌ها و اتصالات و اطمینان از خنک‌سازی مناسب آن‌ها است. همچنین باید از بارگذاری بیش از حد ترانسفورماتور جلوگیری شود.

**دستورالعمل‌های کلی:** علاوه بر تجهیزات خاص، دستورالعمل‌های کلی بهره‌برداری شامل آموزش کارکنان در زمینه ایمنی و نحوه کار با تجهیزات، ثبت و پیگیری، نگهداری و تعمیرات، و اجرای برنامه‌های PM است. رعایت این دستورالعمل‌ها به افزایش عمر مفید تجهیزات، کاهش هزینه‌های نگهداری و افزایش کارایی تصفیه‌خانه‌ها منجر می‌شود. بهره‌برداری صحیح از تجهیزات برقی در تصفیه‌خانه‌های آب نیازمند رعایت دستورالعمل‌های مشخص و استاندارد است که به منظور افزایش بهره‌وری، ایمنی و دوام تجهیزات تدوین شده‌اند. در ادامه به توضیح دقیق‌تر این دستورالعمل‌ها پرداخته می‌شود:

### **آموزش کارکنان:**

آموزش کارکنان در زمینه اصول ایمنی و نحوه کار با تجهیزات. برگزاری دوره‌های آموزشی منظم و بازآموزی کارکنان.

### **ثبت و پیگیری، نگهداری و تعمیرات:**

ثبت دقیق تمام فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در سیستم‌های مدیریت بهره‌برداری. پیگیری و انجام تعمیرات پیشگیرانه به منظور جلوگیری از بروز خرابی‌های ناگهانی.

### **برنامه‌های پیشگیری و پیش‌بینی:**

اجرای برنامه‌های پیشگیری از خرابی‌ها بر اساس داده‌های جمع‌آوری شده و تحلیل عملکرد تجهیزات. استفاده از تکنولوژی‌های جدید برای مانیتورینگ و پیش‌بینی نیازهای نگهداری. رعایت دقیق این دستورالعمل‌ها موجب بهبود عملکرد، افزایش ایمنی و کاهش هزینه‌های عملیاتی و نگهداری در تصفیه‌خانه‌های آب می‌شود.

## **۱۲-۱- آشنایی با بهره‌برداری از عملگرهای برقی، سلونوئیدها، الکتروموتورها، اینورترها، استایلایزرها، بانک خازنی و غیره**

در تصفیه‌خانه‌های آب، بهره‌برداری از عملگرهای برقی و تجهیزات مرتبط نقش حیاتی در کنترل و بهینه‌سازی فرایندها دارد. بهره‌برداری صحیح از تجهیزات الکتریکی در تصفیه‌خانه‌های آب نیازمند رعایت دستورالعمل‌های خاصی است که برای هر نوع تجهیزات متفاوت است. این دستورالعمل‌ها شامل مراحل نصب، راه‌اندازی، نگهداری و تعمیرات دوره‌ای می‌شود. در ادامه به برخی از دستورالعمل‌های کلی برای بهره‌برداری از عملگرهای برقی، سلونوئیدها، الکتروموتورها، اینورترها، استایلایزرها و بانک خازنی اشاره می‌شود:

**عملگرهای برقی:** این دستگاه‌ها برای کنترل مکانیکی جریان آب و مواد شیمیایی در تصفیه‌خانه‌ها استفاده می‌شوند. این عملگرها با استفاده از سیگنال‌های الکتریکی به صورت خودکار باز و بسته می‌شوند.

**نصب:** اطمینان حاصل کنید که عملگر به درستی به شیر یا دریچه متصل شده و اتصالات الکتریکی به درستی انجام شده‌اند.

**راه‌اندازی:** قبل از راه‌اندازی، بررسی کنید که هیچ مانعی در مسیر حرکت عملگر وجود ندارد.

**نگهداری:** دوره‌های منظم برای چک کردن عملکرد، تمیز کردن و روانکاری قطعات متحرک تعیین کنید.

**سلونوئیدها:** نوعی عملگر برقی که از میدان مغناطیسی برای حرکت کردن یک شفت استفاده می‌کند. در تصفیه‌خانه‌های آب، سلونوئیدها معمولاً برای کنترل شیرها و دریچه‌ها به کار می‌روند.

**نصب:** از اتصال صحیح و محکم سیم‌ها و اطمینان از وجود فیوزهای مناسب.

**راه‌اندازی:** تست عملکرد اولیه برای اطمینان از صحیح بودن عملکرد سلونوئید انجام شود.

**نگهداری:** سلونوئیدها باید به طور دوره‌ای تمیز شوند و از عدم وجود خرابی در سیم‌پیچ‌ها و اتصالات اطمینان حاصل شود.

**الکتروموتورها:** این موتورها برای به حرکت درآوردن پمپ‌ها، میکسرها و دیگر تجهیزات مکانیکی در تصفیه‌خانه‌ها استفاده می‌شوند. کنترل دقیق سرعت و گشتاور و عملکرد در محدوده منحنی کارکرد این موتورها برای راندمان بهینه سیستم ضروری است.

**نصب:** پایه‌ها باید محکم و تراز باشند تا از لرزش و ارتعاشات ناخواسته جلوگیری شود.

**راه‌اندازی:** بررسی شود که هیچ بار اضافی روی موتور قرار نگرفته و موتور به درستی به شبکه برق متصل شده است.

**نگهداری:** تعویض منظم بلبرینگ‌ها، کنترل و بررسی دائمی گیربکس، بررسی وضعیت سیم‌پیچ‌ها و اطمینان از عایق‌بندی مناسب ضروری است.

**اینورترها:** این دستگاه‌ها برای کنترل سرعت و گشتاور الکتروموتورها استفاده می‌شوند. با تغییر فرکانس و ولتاژ ورودی به موتور، اینورترها به بهینه‌سازی مصرف انرژی و افزایش عمر موتور کمک می‌کنند.

**نصب:** اینورتر باید در محل خشک و خنک نصب شود و اتصالات الکتریکی آن به درستی انجام شود.

**راه‌اندازی:** پارامترهای اینورتر مطابق با نیازهای موتور تنظیم شود.

**نگهداری:** فیلترهای هوا به طور منظم تمیز شود و سیستم خنک‌کننده چک گردد.

**استابیلایزرها:** این دستگاه‌ها برای تثبیت ولتاژ ورودی به تجهیزات الکتریکی استفاده می‌شوند. در تصفیه‌خانه‌های آب، نوسانات ولتاژ می‌تواند به تجهیزات آسیب برساند، بنابراین استابیلایزرها برای محافظت از تجهیزات و اطمینان از عملکرد پایدار ضروری هستند.

**نصب:** دستگاه باید در محلی نصب شود که تهویه مناسب داشته باشد و دور از منابع گرما باشد.

**راه‌اندازی:** بررسی شود که ولتاژ ورودی و خروجی دستگاه در محدوده مجاز قرار دارند.

**نگهداری:** به طور دوره‌ای اتصالات الکتریکی را بررسی و قطعات داخلی باید تمیز شود.

**بانک خازنی:** این سیستم‌ها برای اصلاح ضریب توان و کاهش هزینه‌های انرژی استفاده می‌شوند. با اضافه کردن خازن‌ها به سیستم، بانک خازنی می‌تواند راکتیو را جبران کرده و بهره‌وری انرژی را افزایش دهد.

**نصب:** مطمئن شویم که خازن‌ها به درستی به شبکه متصل شده‌اند و دستگاه در مکان مناسبی قرار دارد.

**راه‌اندازی:** تست عملکرد اولیه برای اطمینان از صحیح بودن عملکرد بانک خازنی انجام شود.

**نگهداری:** به طور دوره‌ای وضعیت خازن‌ها بررسی شود و از عدم وجود نشتی و رطوبت اطمینان حاصل شود.

### ۱-۱۳- ارائه دستورالعمل‌های PM برای تجهیزات الکتریکال تصفیه‌خانه

ارائه دستورالعمل‌های PM (نگهداری پیشگیرانه) برای تجهیزات مکانیکال تصفیه‌خانه آب، یک فرآیند حیاتی برای اطمینان از عملکرد بهینه و طول عمر بیشتر این تجهیزات است. در این دستورالعمل‌ها، تمامی مراحل و فعالیت‌های لازم برای نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه به صورت دقیق و منظم بیان می‌شود.

**برنامه‌ریزی و زمان‌بندی:** تدوین برنامه‌های زمان‌بندی دوره‌ای برای بازرسی و نگهداری تجهیزات مختلف مانند پمپ‌ها، کمپرسورها، و سیستم‌های فیلتراسیون. این برنامه‌ها باید به گونه‌ای تنظیم شوند که از خرابی‌های ناگهانی جلوگیری کنند.

**بازرسی‌های دوره‌ای:** تهیه چک لیست برای کلیه تجهیزات مکانیکال و تعیین پارامترهایی که می‌بایست در بازرسی‌های دوره‌ای کنترل گردد مانند انجام بازرسی‌های منظم برای شناسایی هرگونه نشستی، سایش یا خرابی در تجهیزات. این بازرسی‌ها باید شامل بررسی‌های بصری، اندازه‌گیری‌های فنی و آزمون‌های عملکردی باشند.

**تعمیر و تعویض قطعات:** تعویض قطعات فرسوده بر اساس عمر مفید استاندارد آن‌ها و تعمیر تجهیزات آسیب‌دیده قبل از وقوع خرابی‌های جدی. این شامل تعویض بلبرینگ‌ها، کاسه‌نمدها، و واشرها است.

**تمیز کاری و روان کاری:** تمیز کاری منظم تجهیزات و روان کاری بخش‌های متحرک به منظور کاهش اصطکاک و سایش. این عملیات شامل استفاده از روان کارهای مناسب و استاندارد است.

**آموزش و ایمنی:** آموزش پرسنل فنی در زمینه نگهداری و تعمیرات پیشگیرانه و همچنین رعایت نکات ایمنی در حین انجام عملیات. این آموزش‌ها باید شامل دستورالعمل‌های کاربردی و ایمنی مرتبط با هر تجهیز خاص باشد.

**مسئندسازی و گزارش‌دهی:** ثبت تمامی فعالیت‌های نگهداری و تعمیرات در سیستم‌های مدیریت نگهداری (CMMS) به منظور پیگیری و تحلیل داده‌ها. این اطلاعات به بهبود فرآیندهای نگهداری و تصمیم‌گیری‌های آینده کمک می‌کند.

**ارزیابی عملکرد:** ارزیابی دوره‌ای عملکرد تجهیزات پس از انجام عملیات نگهداری و تعمیرات. این ارزیابی‌ها به شناسایی نقاط ضعف تجهیزات و انتخاب تجهیزات جایگزین مناسب تر کمک می‌کند.

اجرای صحیح این دستورالعمل‌ها می‌تواند به افزایش کارایی، کاهش هزینه‌های عملیاتی، طول عمر مفید تجهیزات و بهبود کیفیت آب تصفیه‌شده منجر شود.



## ۲- اصول تصفیه‌ای آب و واحدهای تصفیه خانه آب

### ۲-۱- آشنایی با تصفیه آب

تصفیه آب فرآیندهای فیزیکی-شیمیایی می‌باشد که طی آن آلاینده‌ها، ذرات معلق، مواد شیمیایی و میکروارگانیسم‌ها از آب حذف می‌شوند تا آب به کیفیت مطلوب برای مصرف مورد نظر برسد. این فرآیندها شامل چندین مرحله کلیدی هستند:

**میکرواسترینر و هوادهی:** جهت جداسازی مواد معلق ریز و جلبک‌ها و همچنین کنترل طعم و بو.

**انعقاد و لخته‌سازی:** افزودن مواد شیمیایی (مانند سولفات آلومینیوم، کلروفریک و...) به آب که موجب چسبیدن ذرات معلق به یکدیگر و تشکیل لخته‌های بزرگتر می‌شود.

**ته‌نشینی:** لخته‌های بزرگتر در این مرحله ته‌نشین می‌شوند و آب از آنها جدا می‌شود.

**فیلتراسیون:** فیلتراسیون یکی از مراحل تصفیه فیزیکی تصفیه آب جهت حذف ذرات معلق آلی یا معدنی است.

**گندزدایی:** استفاده از مواد ضدعفونی‌کننده مانند کلر یا ازن برای از بین بردن باکتری‌ها و ویروس‌های باقی‌مانده.

این فرآیندها به منظور تأمین آب سالم و قابل شرب برای مصرف کنندگان اجرا می‌شود و بستگی به نوع و میزان آلودگی آب ورودی دارند.

تجهیزات تصفیه آب شامل طیف وسیعی از دستگاه‌های الکترومکانیکال است که برای هر مرحله از فرآیند تصفیه استفاده می‌شوند. از جمله مهم‌ترین این تجهیزات می‌توان به پمپ‌ها، بلوئر‌ها، میکسرها و... اشاره کرد.

### ۲-۲- واحد آشغالگیری در تصفیه‌خانه‌های آب، انواع آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن

آشغالگیر یک واحد فیزیکی است که مواد معلق درشت را از آب جدا می‌کند و می‌تواند در ساختمان آبگیری، تلمبه‌خانه و یا در ورودی تصفیه‌خانه آب نصب گردد. آشغالگیرها را در سه دسته **آشغالگیر دهانه درشت**، **آشغالگیر دهانه ریز و ریزصافی** دسته بندی می‌کنند. آشغالگیرهای دهانه درشت برای جلوگیری از ورود آشغال درشت به داخل تصفیه‌خانه به کار می‌روند. این آشغالگیرها از میله‌های عمودی پهن و در چند ردیف با فاصله ۵ تا ۱۰ سانتی‌متر تشکیل می‌شوند. طراحی آشغالگیر باید به گونه‌ای باشد که امکان دسترسی به تجهیزات برای انجام تعمیرات و حذف آشغال‌ها فراهم گردد. آشغالگیر دهانه ریز جهت حذف دانه‌های ریز که ممکن است به تلمبه‌ها و دیگر تجهیزات مکانیکی آسیب برساند، به کار می‌رود و ممکن است در سازه آبگیری، تلمبه‌خانه، ابتدای خطوط انتقال و یا در ورودی تصفیه‌خانه قرار گیرد. آشغالگیر دهانه ریز از میله‌های موازی و یا شبکه‌ای از سیم‌های فلزی با فاصله ۲/۵ تا ۵ سانتی‌متر تشکیل شده است و سرعت طراحی جریان در عبور از بین روزنه‌های این نوع آشغالگیر ۰.۴ تا ۰.۸ متر بر ثانیه است که در شرایط خاص می‌تواند کمتر باشد. معمولاً از **ریزصافی‌ها (میکرواسترینر)** به منظور حذف جلبک‌ها و ذرات بسیار ریز از آب ورودی به تصفیه‌خانه استفاده می‌شود. وجود این مواد در آب خام باعث به وجود آمدن مشکلاتی در فرآیندهای انعقاد و لخته‌سازی می‌گردد. اگر ریزصافی قبل از واحد انعقاد قرار گیرد عملکرد زلال سازی را بهبود می‌بخشد.

### ۳-۲- واحد میکرواسترینر در تصفیه‌خانه‌های آب، انواع آن، کاربرد آن و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن

دستگاه میکرو استرینر نوعی تجهیزات تصفیه آب است که برای حذف ذرات ریز و معلق از آب به کار می‌رود. این دستگاه‌ها با استفاده از صفحات با مش بسیار ریز عمل تصفیه یا حذف جلبک‌ها را انجام می‌دهند. در واقع، این دستگاه‌ها با استفاده از مش بسیار ریز از عبور جلبک و یا سایر میکروارگانیسم‌های هم اندازه آن به فرآیند تصفیه جلوگیری می‌نمایند. آب خروجی از واحد آشغالگیری به واحد میکرو استرینر منتقل می‌شود. در این واحد دریچه و لوله کنارگذری در کنار میکرواسترینر طراحی می‌شود تا در مواقع غیرضروری آب بدون گذر از آن مستقیماً به فرآیند بعدی انتقال یابد. تعداد میکرواسترینرهای در نظر گرفته شده برای هر تصفیه‌خانه متغیر می‌باشد که بسته به ظرفیت و حجم جلبک‌های ورودی وارد مدار می‌شوند. ریزصافی‌ها معمولاً به شکل پکیج آماده توسط کارخانه‌ها و شرکت‌ها عرضه می‌شوند. این سامانه‌ها متشکل از تعدادی استوانه‌ی دوار است که از توری‌های شبکه‌ای دانه ریز پوشیده شده است. جریان از محور مرکزی به استوانه وارد شده و به صورت شعاعی از محیط جانبی خارج می‌شود. مهمترین عامل در تعیین ظرفیت میکرواسترینرها میزان دبی جریان آب می‌باشد.

### ۴-۲- واحد انعقاد و لخته سازی در تصفیه‌خانه های آب، محاسبات مرتبط با آن، مبانی محاسباتی، آشنایی با انواع مواد منعقد کننده و تجهیزات تزریق مواد شیمیایی

در آب ذرات کلوئیدی وجود دارند که تنها می‌توان آنها را پس از اینکه به لحاظ فیزیکی و شیمیایی تحت شرایط خاصی قرار گرفتند ترسیب یا صاف نمود، آماده سازی شیمیایی ذرات کلوئیدی را اصطلاحاً انعقاد مینامند و طی آن با افزودن مواد شیمیایی خاص، خصوصیات فیزیکی ذرات کلوئیدی را به شکلی که قابلیت ته نشینی بهتری داشته باشند اصلاح میکنند. آماده سازی فیزیکی ذرات کلوئیدی برای ته نشینی بهتر را لخته‌سازی می‌نامند. این فرآیند شامل اختلاط آب است که طی آن ذرات کلوئیدی معلق برای تماس و چسبیدن به سمت همدیگر رانده می‌شوند بنابراین لخته‌های بزرگتری به وجود می‌آید که بهتر ته نشین می‌شوند.

در این فرآیند، ابتدا مواد شیمیایی منعقد کننده مانند **آلومینیوم سولفات (آلوم) یا کلرو فریک** و یا سایر مواد منعقد کننده به آب اضافه می‌شوند. این مواد با ذرات معلق و کلوئیدها واکنش داده و باعث ناپایداری آن‌ها می‌شوند، که منجر به تجمع و تشکیل لخته‌های بزرگتر می‌گردد. سپس در مرحله لخته‌سازی، با اختلاط آرام آب، این ذرات بزرگتر (لخته‌ها) به هم چسبیده و به صورت توده‌های بزرگتری درمی‌آیند که به راحتی قابل ته‌نشینی هستند. این فرآیند نه تنها ذرات معلق بلکه برخی از مواد آلی و میکروارگانیسم‌ها را نیز از آب حذف می‌کند. در نهایت، لخته‌های تشکیل شده از طریق واحد ته‌نشینی جدا می‌شوند و آبی که مواد معلق آن کاهش یافته به مراحل بعدی تصفیه منتقل می‌شود. این فرآیند باعث بهبود کیفیت آب و کاهش بار آلودگی در مراحل بعدی تصفیه می‌شود. در مکانیسم انعقاد سه فاکتور **قیابیت، کدورت و pH آب** بسیار مهم می‌باشد. زمان ماند در حوضچه‌های لخته‌سازی اهمیت دارد. از آنجا که در حوضچه لخته‌سازی سرعت برخورد ذرات برای پیوند دادن آن‌ها کمتر می‌باشد. بنابراین زمان ماند نسبت به حوضچه اختلاط بیشتر

خواهد بود. زمان ماند در حوضچه اختلاط بین ۱۰ ثانیه تا ۵ دقیقه و در حوضچه لخته‌سازی معمولاً بین ۲۰ تا ۶۰ دقیقه می‌باشد.

## ۲-۵- واحد زلال‌سازی (ته‌نشینی ساده، پولساتور، اکسیلاتور) کاربرد آن‌ها در تصفیه خانه های آب و محاسبات هیدرولیکی مرتبط با آن‌ها

واحد ته‌نشینی یکی از واحدهای اصلی تصفیه فیزیکی آب، جهت حذف ذرات معلق موجود در آن است. از لحاظ جانمایی این واحد بعد از واحدهای انعقاد و لخته‌سازی قرار دارد. علاوه بر این، هنگام بازیابی آب شستشوی صافی‌ها و تغلیظ لجن از این واحد استفاده می‌شود. همچنین اگر منبع تأمین آب رودخانه باشد، به منظور حذف لای (سیلت) و ماسه از پیش‌ته‌نشینی استفاده می‌گردد. **زمان ماند:** در مورد زلال‌سازی زمان ماند در حوضچه ته‌نشینی با توجه به کیفیت آب خام و سایر شرایط محلی بین ۲ تا ۴ ساعت توصیه می‌شود. در مورد سختی‌گیری آب‌های زیرزمینی به روش آهک-کربنات سدیم، این زمان ممکن است به ۱/۵ تا ۲ ساعت نیز تقلیل یابد. فاکتورهای مؤثر در فرآیند ته‌نشینی؛ دما، زمان ماند، تزریق مواد شیمیایی، جریان‌های سطحی و کوتاه، سرعت و ابعاد حوضچه می‌باشد.

حوضچه‌های ته‌نشینی از نظر طراحی ساختمانی به دو شکل مستطیلی و دایره‌ای ساخته می‌شوند.

عمق آب در آنها از ۴/۵ تا ۶ متر و زمان ماند نیز ۴ تا ۶ ساعت متغیر است. در این حوضچه‌ها با توجه به عمق بالای آنها لخته‌ها در قسمت پایین و آب زلال از قسمت بالای حوضچه به جریان خروجی وصل می‌شود. جریان از یک طرف وارد می‌شود و از سوی دیگر خارج می‌شود. در حوضچه‌های دایره‌ای، جریان ورودی از محور مرکزی بوده بنابراین ذرات به اطراف پخش می‌شوند کف در این حوضچه‌ها شیب‌دار و به سمت مرکز ساخته می‌شود و توسط پاروی لجن روب به مرکز حوض هدایت شده و لجن‌ها از آنجا به صورت تناوبی تخلیه می‌شوند.

پولساتور: آب حاوی لجن از قشری از لجن شناور به نام پتوی لجن عبور کرده و لخته‌ها را در جریان بالارونده آب بر جای می‌گذارد و بدین ترتیب زمان ته‌نشینی کاهش می‌یابد. یک نوع معروف از این زلال‌سازها، زلال‌سازهای ضربانی بدون لجن روب و به طریقه مکانیکی می‌باشد که زلال‌ساز پولساتور نامیده می‌شود.

اکسیلاتور: در زلال‌سازهای با تماس لجن، با روش برخورد لجن، عمل اختلاط، انعقاد و ته‌نشینی در زلال‌ساز انجام می‌گیرد. این نوع زلال‌سازها به دو نوع بدون لجن روب و با لجن روب تقسیم بندی شده که نوع بدون لجن روب با نام های تجاری اکسیلاتور و اکسانتریفلاک شناخته شده اند.

## ۲-۶- واحد فیلتراسیون در تصفیه‌خانه های آب، انواع آن، مبانی محاسباتی و سایر موارد مرتبط

یکی دیگر از انواع روش‌های جداسازی مواد معلق از آب، صاف سازی یا فیلتر کردن می‌باشد. در این روش کدورت، رنگ، مواد معلق (حتی جانداران ریز مثل باکتری‌ها) و یکسری از مواد آلی از آب جدا می‌شوند. از نظر مکانیسم عمل جداسازی فیلترها به دو دسته سطحی و عمقی تقسیم می‌شوند.

انواع صافی‌های مورد استفاده در صاف سازی آب آشامیدنی به شرح زیر است:

**الف) صافی‌های تند با جریان ثقلی**

**ب) صافی‌های تند تحت فشار**

**ج) صافی‌های کند**

**د) صافی‌های ویژه (میکروفیلترها - اولترافیلترها - فیلترهای سرامیکی -**

**فیلترهای دیاتوم)**

در طراحی صافی‌ها میبایست متغیرهای مختلف از جمله اندازه دانه‌ها و ضخامت لایه، مصالح بستر صافی، بار صافی و حداکثر افت فشار با توجه به کیفیت آب خام و درجه تصفیه مورد نیاز تعیین و نوع مناسب کف، روش شستشوی بستر و ابعاد صافی انتخاب شود. یکی از فاکتورهای مهم در عمل جداسازی به روش صاف کردن (فیلتراسیون) سرعت آب ورودی به فیلتر می‌باشد. هر چقدر دبی آب در واحد زمان بیشتر باشد فیلترها نیاز به شستشوی بیشتری پیدا خواهند کرد.

**دانش شغلی مورد نظر**

## ۲-۷- واحد گندزدایی در تصفیه‌خانه های آب (کلر زنی، ازن زنی، پرمنگنات پتاسیم و سایر مواد گندزدا)،

### مبانی محاسباتی آن و استانداردهای مرتبط با آن

فرآیند گندزدایی آب آشامیدنی به منظور حذف عوامل بیماری‌زا استفاده می‌شوند. در تصفیه‌خانه‌های آب این عمل می‌تواند در ابتدا یا انتهای تصفیه‌خانه انجام گیرد. در گندزدایی در ابتدای تصفیه‌خانه معمولاً هدف حذف عوامل بیولوژیکی مزاحم می‌باشد که می‌توانند بازدهی تصفیه در واحدهای بعدی را کاهش دهند، درحالی‌که گندزدایی نهایی بیشتر برای مصون نگه داشتن آب تصفیه شده از عوامل بیماری‌زا در طول شبکه توزیع تا رسیدن به دست مصرف کننده صورت می‌پذیرد. این کار با روش‌های مختلف نظیر استفاده از مواد اکسید کننده قوی مثل ازن، کلر، پرمنگنات پتاسیم، تابش اشعه UV و یا روش‌های دیگر انجام می‌شود که متداول‌ترین این روش‌ها در کشور ما استفاده از کلر و ترکیبات آن است. دو نوع از مشتقات کلر که استفاده بیشتری در صنعت تصفیه آب دارد یکی **اسید هیپوکلریت** و دومی **یون هیپوکلریت** می‌باشد.

قدرت ضد عفونی کنندگی کلر و انواع آن به چند عامل همچون دما، pH، مواد موجود، کدورت، زمان تماس و غلظت کلر در آب بستگی دارد. نکته مهم در خصوص ضد عفونی کردن با کلر توجه به تشکیل کلروآمین‌هاست. هنگامی که

کلر به آب افزوده می شود با ترکیبات نیتروژن در آب ترکیب شده و ترکیبات منو، دی و تری کلروآمین را تولید می کند که به کلر ترکیبی معروف است. این ترکیبات پایدار بوده و برای سلامتی مضر می باشد. از طرفی به مجموع اسید هیپوکلریت و یون هیپوکلریت، کلر آزاد گویند که ناپایدار بوده اما دارای قدرت ضد عفونی کنندگی بیشتری می باشد. در حال حاضر استفاده از دو گزینه کلر جامد یا همان پرکلرین (هیپوکلریت کلسیم) و مایع کلر یا همان آب ژاول در تصفیه خانه های آب متداول است.

### ۳- اصول کار با تجهیزات برقی در شبکه فاضلاب

۳-۱- نقشه برداری، نقشه کشی و آشنایی با انواع نقشه‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب مانند نقشه‌های P & ID، PFD و... و نقشه خوانی

نقشه‌برداری و نقشه‌کشی در تصفیه‌خانه‌های آب از اهمیت بسیاری برخوردار است، زیرا این نقشه‌ها به مهندسان و تکنسین‌ها کمک می‌کند تا طراحی، ساخت و بهره‌برداری از تصفیه‌خانه‌ها را به درستی انجام دهند. نقشه‌های مورد استفاده در تصفیه‌خانه‌های آب شامل انواع مختلفی هستند که هر کدام نقش خاصی در فرآیند دارند.

**نقشه‌های فرآیند و ابزار دقیق (P&ID):** این نقشه‌ها نمایش جزئیاتی از فرآیندهای شیمیایی و تجهیزات ابزار دقیق را نشان می‌دهند. P&ID ها شامل اطلاعاتی درباره لوله‌کشی، شیرها، ابزارهای اندازه‌گیری و کنترل، و تجهیزات اصلی تصفیه هستند. این نقشه‌ها برای نظارت و کنترل فرآیندهای تصفیه ضروری هستند.

**نقشه‌های جریان فرآیند (PFD):** این نقشه‌ها نموداری کلی از فرآیندهای اصلی و جریان‌های مواد در تصفیه‌خانه را نمایش می‌دهند. PFD ها ساده‌تر از P&ID ها هستند و بیشتر برای نمایش مسیرهای جریان مواد و انرژی به کار می‌روند.

**نقشه‌های لوله‌کشی (Piping Layouts):** این نقشه‌ها طرح‌بندی دقیق لوله‌کشی‌ها و اتصالات آنها را نشان می‌دهند. این نقشه‌ها برای نصب و نگهداری لوله‌ها و اطمینان از کارکرد صحیح سیستم حیاتی هستند.

**نقشه‌های مکانیکی (Mechanical Drawings):** این نقشه‌ها شامل جزئیات تجهیزات مکانیکی مانند پمپ‌ها، مخازن، و توربین‌ها هستند. این نقشه‌ها به مهندسان کمک می‌کنند تا تجهیزات را به درستی نصب و نگهداری کنند.

**نقشه‌های الکتریکی (Electrical Drawings):** این نقشه‌ها سیستم‌های برقی تصفیه‌خانه مانند مدارهای برق، تابلوهای برق و سیم‌کشی‌ها را نشان می‌دهند. این نقشه‌ها برای اطمینان از ایمنی و عملکرد صحیح سیستم‌های برقی ضروری هستند.

**نقشه‌های سازه‌ای (Structural Drawings):** این نقشه‌ها ساختارهای فیزیکی تصفیه‌خانه را نشان می‌دهند و شامل اطلاعاتی درباره بنیادها، ستون‌ها، و سازه‌های نگهدارنده هستند.

آشنایی با این نقشه‌ها و توانایی خواندن و تفسیر آنها برای مهندسان و تکنسین‌ها در تصفیه‌خانه‌های آب بسیار مهم است، زیرا این دانش به آنها اجازه می‌دهد تا طراحی، نصب، راه‌اندازی، و نگهداری سیستم‌ها را به نحو احسن انجام دهند.

### ۳-۲- گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب

گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب یک فرآیند حیاتی و تخصصی است که به منظور مستندسازی عملکرد و شرایط عملیاتی تصفیه‌خانه‌ها انجام می‌شود. این گزارش‌ها به مدیران، مهندسان و کارکنان تصفیه‌خانه کمک می‌کند تا وضعیت عملکردی، کارایی، و مشکلات احتمالی سیستم‌های تصفیه آب را بررسی و ارزیابی کنند.

گزارش‌های تصفیه‌خانه شامل داده‌های کمی و کیفی متعددی هستند. این داده‌ها شامل پارامترهایی مانند جریان ورودی و خروجی آب، کیفیت آب شامل (مقادیر pH، کلر، اکسیژن محلول، مواد معلق، نترات، فسفات و دیگر آلاینده‌ها)، دمای آب، مصرف مواد شیمیایی (مانند کلر، آلومینیوم سولفات و آهک و...) و مصرف انرژی می‌باشند.

این گزارش‌ها به صورت روزانه، هفتگی، ماهانه و سالانه تهیه می‌شوند و می‌توانند شامل نمودارها، جداول، و توضیحات تکمیلی باشند. در این گزارش‌ها همچنین ممکن است به عملیات نگهداری و تعمیرات، بازدیدهای دوره‌ای، و بررسی‌های آزمایشگاهی اشاره شود.

تهیه گزارش‌های دقیق و کامل به منظور رعایت استانداردهای ملی و بین‌المللی کیفیت آب الزامی است. این استانداردها توسط سازمان‌های بهداشتی و محیط زیستی تدوین می‌شوند و گزارش‌های تصفیه‌خانه باید نشان‌دهنده تطابق با این استانداردها باشند.

یکی از اهداف اصلی گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب، شناسایی و پیشگیری از مشکلات احتمالی است که می‌تواند به بهبود کارایی تصفیه‌خانه و کاهش هزینه‌های عملیاتی منجر شود. همچنین این گزارش‌ها به عنوان ابزار مستندسازی و اثبات عملکرد مناسب تصفیه‌خانه در مواقع بازرسی‌ها و ممیزی‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در نهایت، گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب نه تنها به مدیریت بهتر و کارآمدتر تصفیه‌خانه کمک می‌کند، بلکه به حفظ سلامت عمومی و حفاظت از محیط زیست نیز یاری می‌رساند.

### ۳-۳- آشنایی با نقشه‌های پایه الکتریکال، مکانیکال

آشنایی با نقشه‌های پایه الکتریکال و مکانیکال و گزارش نویسی تخصصی در این حوزه‌ها از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در ادامه به تفصیل به این موضوعات پرداخته می‌شود:

#### نقشه‌های الکتریکال

نقشه‌های تک‌خطی (Single Line Diagrams): این نقشه‌ها، مسیر کلی جریان برق در یک سیستم را به صورت ساده و فشرده نمایش می‌دهند. برای طراحی و تحلیل سیستم‌های الکتریکی، این نقشه‌ها بسیار مهم هستند.

نقشه‌های مدار فرمان (Control Diagrams): این نقشه‌ها نشان‌دهنده عملکرد و ترتیب کارکرد قطعات الکتریکی در سیستم‌های کنترلی هستند. این نقشه‌ها معمولاً شامل رله‌ها، کنتاکتورها و مدارهای کنترل می‌باشند.

نقشه‌های نصب (Installation Diagrams): این نقشه‌ها جزئیات مربوط به نصب تجهیزات الکتریکی مانند سیم‌کشی، مکان نصب اتصالات را نشان می‌دهند.

#### نقشه‌های مکانیکال

نقشه‌های تولید (Fabrication Drawings): این نقشه‌ها شامل جزئیات قطعات مکانیکی و فرآیندهای تولید آن‌ها می‌باشند. دقت بالا در این نقشه‌ها برای تولید قطعات دقیق و مطابق با استاندارد ضروری است.

نقشه‌های مونتاژ (Assembly Drawings): این نقشه‌ها ترتیب و نحوه مونتاژ قطعات مختلف برای ساخت یک سیستم کامل را نمایش می‌دهند. این نقشه‌ها به تیم‌های مونتاژ کمک می‌کنند تا به درستی قطعات را سر هم کنند.

نقشه‌های نگهداری و تعمیرات (Maintenance and Repair Drawings): این نقشه‌ها برای برنامه‌ریزی و اجرای فرآیندهای نگهداری و تعمیرات استفاده می‌شوند و شامل جزئیات قطعات قابل تعویض و نقاط بازرسی می‌باشند.

### ۳-۴- گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب (گزارشات روزانه، هفتگی، کارکرد، مدیریتی و...)

گزارش نویسی در تصفیه‌خانه‌های آب یکی از ارکان مهم مدیریت و بهره‌برداری از این تأسیسات حیاتی است. این گزارشات شامل گزارشات روزانه، هفتگی، کارکرد، مدیریتی و... می‌باشند که هر کدام هدف و کاربرد خاصی دارند.

**گزارشات روزانه:** این گزارشات شامل داده‌های عملیاتی روزانه تصفیه‌خانه می‌باشند. اطلاعاتی مانند میزان آب ورودی و خروجی، کیفیت آب در مراحل مختلف تصفیه، دمای آب، فشارها، و عملکرد تجهیزات اصلی ثبت می‌شوند. این گزارشات به مدیران و اپراتورها کمک می‌کنند تا مشکلات فوری را شناسایی و برطرف کنند و روند کلی عملکرد تصفیه‌خانه را در طول روز نظارت کنند.

**گزارشات هفتگی:** این گزارشات تجمیعی از داده‌های روزانه به صورت هفتگی هستند و برای تحلیل‌های کوتاه‌مدت و برنامه‌ریزی‌های هفتگی استفاده می‌شوند. از طریق این گزارشات، می‌توان روندهای هفتگی را مشاهده کرد و در صورت لزوم تغییرات کوتاه‌مدت را در عملیات انجام داد.

**گزارشات کارکرد:** این نوع گزارشات بر روی عملکرد کلی تصفیه‌خانه تمرکز دارند و شامل اطلاعات جامع‌تری از جمله بازدهی فرآیندهای تصفیه، مصرف انرژی، هزینه‌های عملیاتی و نگهداری، و میزان مواد شیمیایی مصرف شده می‌باشند. این گزارشات معمولاً به صورت ماهانه یا فصلی تهیه می‌شوند.

**گزارشات مدیریتی:** این گزارشات برای اطلاع‌رسانی به مدیران ارشد و تصمیم‌گیران تهیه می‌شوند و شامل خلاصه‌ای از عملکرد تصفیه‌خانه، مشکلات و چالش‌ها، و پیشنهادات برای بهبود عملکرد می‌باشند. این گزارشات می‌توانند بر مبنای داده‌های ماهانه، فصلی یا سالانه تهیه شوند و هدف آن‌ها ارائه یک دید کلی از وضعیت تصفیه‌خانه به مدیران ارشد است.

**گزارشات ویژه:** این گزارشات برای مواقع خاص مانند بروز حوادث، تعمیرات اساسی، یا تغییرات عمده در فرآیندهای تصفیه تهیه می‌شوند. اطلاعات دقیق و جامع‌تری از وضعیت تصفیه‌خانه در زمان وقوع این رویدادها ارائه می‌دهند و می‌توانند شامل تحلیل‌های فنی و پیشنهادات بهبود باشند.

**ابزارها و استانداردها:** در تهیه گزارشات باید از ابزارهای دقیق و استانداردهای بین‌المللی استفاده شود تا اطلاعات قابل اعتماد و مقایسه‌پذیر باشند. استفاده از نرم‌افزارهای مدیریت داده‌های تصفیه‌خانه و سیستم‌های اطلاعاتی جغرافیایی (GIS) می‌تواند به بهبود دقت و کارایی گزارشات کمک کند.

تهیه و تحلیل گزارشات مختلف در تصفیه‌خانه‌های آب نه تنها به بهبود مدیریت و بهره‌برداری از این تأسیسات کمک می‌کند، بلکه نقش مهمی در حفاظت از محیط زیست و تأمین آب سالم و پایدار برای جوامع دارد.



#### ۴-۱- ایمنی و حفاظت فردی

فرهنگ ایمنی باید قبل از ورود افراد به محیط‌های صنعتی در ذهن و فکر جامعه تثبیت شود تا بتوانند حوادث را پیش‌بینی کنند و عملکرد صحیحی نشان دهند و از بدتر شدن اوضاع جلوگیری کنند. این فرهنگ پیش از ورود به سایت باید به عنوان یک مهارت برای کارگران، تکنسین‌ها و کارشناسان آموزش داده شود.

حوادث برق معمولاً ناشی از استفاده از ابزارهای برقی با عایق داخلی ناقص، سیم خراب، به کارگیری دوشاخه‌ی خراب، اتصال دوشاخه به هر دو انتها و یا افزایش طول سیم اتفاق می‌افتد. این حوادث به دلیل ارتباط افراد با موارد عنوان شده بدون استفاده از عایق مناسب ایجاد می‌شود.

از موارد مهم در ارتقای ایمنی استفاده از لوازم حفاظتی است. جهت انتخاب و استفاده از لوازم ایمنی باید توجه کرد که نوع وسیله‌ی حفاظتی با نوع کار تناسب داشته باشد، جنس مناسب داشته و استاندارد باشد. قبل از استفاده، روزانه باید موارد به طور کامل آزمایش و معاینه شود. از جمله‌ی لوازم ایمنی می‌توان به انواع دست‌کش‌های حفاظتی، کلاه ایمنی، فازمتر فشارضعیف، انبردست‌ها و ... اشاره کرد.

#### ۴-۲- بخش دو

در انتخاب تجهیزات و لوازم ایمنی مواردی را باید در نظر گرفت. به عنوان مثال، لباس کار باید از پارچه‌ی ضخیم سبک نخی تهیه شده و در دوخت آن نهایت سادگی رعایت شود. پارچه‌های نخی در هنگام سوختن حرارت کم‌تری ایجاد می‌کنند و همچنین به بدن نمی‌چسبند. میچ آستین باید دارای دکمه بوده و از کش آستین در آنها استفاده شود.

از دیگر موارد، استفاده از کلاه ایمنی است که علاوه بر حفاظت سر از ضربات در حین کار، آن را در مقابل اتصال با ولتاژهای بالا محافظت می‌کند. افراد هر کدام باید کلاه ایمنی شخصی خود را استفاده کنند تا از بروز بیماری‌های پوستی جلوگیری شود. کفش‌های مورد استفاده نیز بسیار مهم است و لایه‌ی زیرین آن باید عایق باشد تا مانع برق‌گرفتگی شود.

از دیگر موارد مهم دست‌کش‌های حفاظتی هستند که علاوه بر حفاظت دست نباید هیچ‌گونه مانع حرکتی برای دست ایجاد کنند. درجه‌ی عایق بودن باید متناسب با مقدار ولتاژ هنگام کار انتخاب شود. برای دست‌کش‌ها هرچند مدت یک بار تست الکتریکی ضرورت دارد. در تماس آب یا بعد از شست‌وشوی دست‌کش‌های عایق، حتماً باید آنها را خشک و با پودرهای ضد رطوبت آغشته کرد تا از فساد آنها جلوگیری شود.

#### ۴-۳- بخش سه

خطرات برق در دو دسته قرار می‌گیرد: خطر آتش‌سوزی و خطر برق‌گرفتگی. آتش‌سوزی عمدتاً به دلایلی از قبیل بار بیش از حد، اتصالات غیرمحکم، جریان‌ات‌نشت از زمین، اتصالات کوتاه و یا گرم شدن مواد قابل اشتعال اتفاق می‌افتد.

بار بیش از حد زمانی اتفاق می افتد که یک رسانا باری بیش از ظرفیت خود را حمل کند. در این شرایط، مقاومت در سیم بالا رفته گرمای شدیدی تولید می کند که منجر به آتش سوزی می شود. در اتصالات غیر محکم، محل اتصال دو سیم شل است و منجر به ایجاد جرقه می شود. در جریانات نشت از زمین، گاه بخشی از جریان برق به بیرون نشت می کند و حادثه می آفریند. نصب رله های مکانیکی یا الکترونیکی که به آنها رله ی کنترل نشتی گفته می شود، می تواند از خطر برق گرفتگی جلوگیری کند. اتصال کوتاه یک مسیر ارتباطی ناخواسته بین دو قسمت از یک مدار الکتریکی است که در آن سیم فاز در مجاورت سیم نول قرار می گیرد. گرم شدن مواد قابل اشتعال نیز در اثر نزدیکی آنها با تجهیزات الکتریکی اتفاق می افتد.

برق گرفتگی نیز به دلایلی از جمله ولتاژ بالای ۵۰ ولت، شدت جریان بالای ۲۵ میلی آمپر برای جریان برق متناوب و ۵۰ میلی آمپر برای جریان برق مستقیم، میزان مقاومت اعضای بدن، مسیر عبور جریان (سطحی که جریان از آن می گذرد)، مدت زمان برق گرفتگی و یا فرکانس جریان اتفاق می افتد. باید توجه داشت که ولتاژ متناوب تا ۳۰ ولت خطری ندارد. حد بی خطر شدت جریان برای انسان ۱۰ میلی آمپر است.

#### ۴-۴- بخش چهارم

در هنگام وقوع حوادث ناشی از برق گرفتگی و یا آتش سوزی، باید ابتدا نوع حادثه را تشخیص داد. ابتدا باید از سابقه ی مصدومیت و دلیل آن آگاه شد. در صورتی که فرد بی هوش باشد، باید وضع ظاهری محیط حادثه را بررسی کرد. ممکن است در جیب بیمار مدارکی دال بر بیماری قلبی، دیابت و ... وجود داشته باشد. برای تشخیص مصدومین ناشی از برق گرفتگی، ممکن است یک یا مجموعی از شکایات و یا علائمی را داشته باشند که در ادامه به آنها اشاره می شود:

۱- ممکن است در محل ورود و خروج جریان برق از بدن، سوختگی هایی ایجاد شده باشد.

۲- قطع برخی از اعصاب که به صورت فلج اندامی ظاهر می شود.

۳- درد و حساس شدن ماهیچه ها

۴- افزایش یا کاهش فشار خون همراه با علائم و شکایات ناشی از شوک

۵- مشکلات تنفسی (ممکن است راه تنفسی در اثر تورم زبان مسدود شده باشد)

۶- ضربات نامنظم قلب یا ایست قلبی

۷- بی قراری و تحریک پذیری (در صورت هوشیاری مصدوم)

۸- بیهوش شدن

۹- اختلالات بینایی

۱۰- شکستگی استخوان ها و یا دررفتگی مفاصل به دلیل انقباضات شدید عضلات یا پرت شدن

۱۱- تشنج (در موارد شدید)

#### ۴-۵- بخش پنج

برای مراقبت از مصدومین و کمک به آنها باید کارهایی انجام شود. از جمله برقرار کردن راه تنفسی و یا احیای قلبی-تنفسی (در صورت ایست قلبی). همچنین نیاز است کمک‌های اولیه برای آسیب‌های ناشی از شکستگی انجام گیرد. در صورت وجود سوختگی، محل سوختگی را سرد کنید و بر روی مناطق سوخته پانسمان استریل خشک قرار دهید. مراقب شوک باشد و هرچه سریع‌تر مصدوم را منتقل کنید.

گاه آسیب‌های الکتریکی سبب تخریب وسیع عضلات می‌شود که در نتیجه مواد سمی در بدن آزاد شده و وارد خون می‌شود. این مواد از راه خون به کلیه‌ها رسیده و در ادرار ترشح می‌شوند و رنگ ادرار را قرمز می‌کنند. از طرف دیگر، رسوب در کلیه‌ها باعث نارسایی کلیه‌ها می‌شوند. چنانچه ادرار فرد مصدوم قرمز شود، نیاز است تا حجم زیادی از مایعات وریدی (ترجیحاً حاوی بی‌کربنات سدیم) به فرد تزریق شود تا کلیه‌ها شسته شده و آسیب به آنها کاهش یابد. چنانچه فرد دچار مشکلات تنفسی و یا ایست قلبی شده باشد، نیاز است احیای قلبی و ریوی انجام گیرد. برای این کار سه کار مهم باید انجام گیرد. اول راه هوایی فرد باز شود. دوم تنفس مصنوعی به فرد داده شود و سوم این که در صورت توقف ضربان قلب، هم‌زمان با ماساژ قلبی، تنفس مصنوعی نیز انجام گیرد.

#### ۴-۶- بخش شش

یکی از مهم‌ترین علت‌های برق‌گرفتگی با ولتاژ بالا، بالا رفتن از تیرهای برق است که برای پیش‌گیری از آنها باید توجهات ویژه‌ای انجام گیرد. ابتدا باید عوامل خطر آفرین را از محیط، دور و یا برطرف کرد. بنابراین، گروه اتفاقات شبکه‌ی برق، برق‌مسیر را قطع می‌کنند تا راه برای نجات فرد هموار شود. سپس برای اطمینان بیش‌تر، به ارت کردن شبکه‌ی تحت عملیات می‌پردازند. بعضی از تیرها خود دارای سیستم محافظت زمین (ارت) هستند ولی اکثر آنها این سیستم را ندارند و برای آنها باید از ارت کردن موقت استفاده کرد. برای ارت کردن موقت، میله‌ی ارت باید در فاصله‌ی معین از محل عملیات و در مرطوب‌ترین نقطه از زمین کاشته شود و اگر میزان مقاومت زمین در حد دلخواه نبود، باید مقداری آب به همراه مواد کاهنده‌ی مقاومت زمین به آن اضافه شود تا مقاومت آن کاهش یابد.

#### ۴-۷- بخش هفت

آتش‌سوزی در محل کار ممکن است به دلایل مختلف ایجاد شود. گروه‌های شش‌گانه‌ای که در ادامه می‌آیند می‌توانند موجب آتش‌سوزی شوند که هر یک روش اطفای مخصوص به خود دارند.

عامل اول مواد خشکی مانند چوب، پلاستیک، کاغذ، پارچه، فرش و ... است. در این شرایط چون ترکیبات کربنی در حال سوختن است، در هنگام سوختن شعله‌دار و یا گدازه‌ای هستند. معمولاً پس از سوختن از خود خاکستر به جای می‌گذارند. برای خاموش کردن آنها بهترین روش‌ها سرد کردن، جداسازی در برخی موارد و یا خفه کردن است. انواع کپسول‌های آبی برای خاموش کردن مناسب است. کپسول‌های پودری هم برای حجم کم قابل استفاده است. عامل دوم مایعات نفتی هستند که معمولاً دود سیاه‌رنگ و نسبتاً سمی تولید می‌کنند. به هیچ‌وجه نباید با آب خاموش شوند؛ چرا که آب موجب

گسترش آتش می‌شود. باید آتش را در این شرایط خفه یا جداسازی کرد. انواع کپسول‌های پودری و یا کف‌ساز مناسب هستند. گازهایی مانند متان هم قابل اشتعال‌اند که باید از جداسازی برای اطفاء استفاده کرد. انواع کپسول‌های آبی، پودری و گاه گازی مناسب است. فلزاتی مانند لیتیم، منیزیم، تیتانیم و ... نیز قابلیت اشتعال دارند و با انواع کپسول‌های پودری خاموش می‌شوند. مواد منفجره نیز در صورت اشتعال باید با انواع کپسول‌های آبی و یا پودری خاموش شوند. اما در مورد آتش‌سوزی‌های ناشی از برق و الکتریسته، باید گفت که معمولاً در اثر اتصال دو سیم و یا در اثر گرم شدن بیش از حد سیم‌ها ایجاد می‌شود. جریان برق به راحتی از آب یا کف آتش‌نشانی می‌گذرد. در هنگام بروز چنین حریق، ابتدا باید برق را قطع کرد و سپس از روش خفه کردن آتش استفاده کرد. خاموش‌کننده‌های مناسب برای این شرایط، انواع کپسول‌های گازی و پودری است.

#### ۴-۸- آشنایی با عوامل فیزیکی زیان آور محیط کار (سر و صدا، گرما، سرما، روشنایی)

- **سر و صدا:** صدا در انسان آثار مختلف و متعددی دارد بطوریکه از اثر روی اندام بینایی (کاهش عکس‌العمل به نور) سیستم تعادلی (گیجی، تهوع)، اثرات عصبی و گوارشی، روانی، فیزیولوژیک عمومی (ضربان قلب، فشارخون) تا ناراحتی‌های اجتماعی را در بر می‌گیرد.
- **گرما:** درجه حرارت مناسب، در شرایط مختلف متفاوت است و با میزان رطوبت مربوط است. هرچه میزان رطوبت اضافه شود درجه حرارت کمتری قابل تحمل است. حداکثر رطوبت قابل تحمل، در شرایط معمول ۷۰٪ است و دمای محیط کار نیز نباید نوعاً از ۲۱ درجه بیشتر باشد. دمای کمتر از ۱۵/۵ درجه نیز باعث کاهش بازدهی می‌شود و خشکی هوا نیز باعث کم شدن مقاومت بدن در برابر بیماری‌های ریوی می‌شود. برای جلوگیری از آلودگی در محیط کار باید هوا جریان داشته باشد و تراکم گازها یا تغییر رطوبت یا دما باید کنترل شود.
- **سرما:** برای کار در محیط‌های سرد استفاده از لباس‌های گرم، استراحت در محیط گرم و غذای گرم توصیه می‌شود و لازم است کسانی که قبلاً سرما زده شده‌اند یا به اختلالات عروق محیطی مبتلا هستند و معتادین به الکل و سیگار از کار در محیط سرد منع شوند. آموزش‌های مناسب نیز در این شرایط ضرورت دارد.
- **روشنایی:** روشنایی کافی هم بعنوان یک عامل حفاظتی و هم برای افزایش بازدهی اهمیت دارد و به طراوت محیط کار می‌افزاید.

## ۹-۴- عوامل شیمیایی زیان آور محیط کار (گرد و غبار، گازها و بخارات)

- **گردوغبار:** اعمال مکانیکی مانند خرد کردن، اره کردن، مته کردن، سائیدن و شکستن، تولید گرد و غبار می نمایند که ذرات آن ممکن است قابل رؤیت با چشم یا ذرات میکروسکوپی باشد. این گردوغبارها را می توان به دو دسته تقسیم کرد:
  - گردوغبارهای کم اثر
  - گردوغبارهای سمی
- **گازها:**

گازها ممکن است در محیط کار تولید شوند که حتی ممکن است نظیر گاز کربنیک بی رنگ و بو باشند. خطرات آنها ممکن است هم ناشی از خواص سمی آنها و هم قابلیت اشتعال آنها باشد. گاهی گازهای تولید شده سمی محسوب نمی شوند ولی به لحاظ رقیق کردن هوا در تنفس دچار اختلال می نمایند مانند ازت و متان.

تماس مستقیم با هر کدام از این مواد یا تنفس آنها، می تواند عوارضی مانند تحریک پوست و غشاهای مخاطی، آسیب به ریه ها، کبد، کلیه و سایر اعضا و ارگان های بدن ایجاد کند. بعضی از مواد شیمیایی حتی می توانند موجب بروز سرطان و مشکلات ناشی از آن باشند.

- **اسماگ یا دود مه:**

ترکیب ذرات مه با آلوده سازهای هوا یا به عبارت دیگر سرمای زیاد و رطوبت زیاد و هوای آلوده تولید اسموگ می نماید که بسیار خطرناک می تواند باشد.

برای پیشگیری از خطرات عوامل شیمیایی زیان آور در محیط کار، باید اقدامات ایمنی و احتیاطی مناسبی انجام شود. این اقدامات، شامل استفاده از تجهیزات حفاظتی مانند ماسک، عینک های ایمنی و لباس های محافظ، نگهداری و ذخیره سازی صحیح مواد شیمیایی، ارائه آموزش های مناسب به کارکنان درباره استفاده صحیح از مواد شیمیایی و رعایت نکات ایمنی است.